

Савельев В.В. (ТГСХА, г. Тюмень),
Левинский Ю.Б. (УГЛТУ, г. Екатеринбург)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ КЛЕЕННЫХ АРМИРОВАННЫХ БАЛОК С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ГНУТЬЕМ ДРЕВЕСИНЫ *RESEARCHING BOND REINFORCED GLULAM*

Исследователями отмечается, что качество профилирования древесины методом гнутья в основном зависит от сечения заготовок, пластификации материала, величины и направления прилагаемой нагрузки. При этом оценкой получаемого профиля заготовок является относительная величина стрелы их прогиба (показатель сохраненной изогнутости) [1, 2].

Экспериментальные исследования по изучению процесса пластификации древесины сосны, березы и осины проводились на образцах с радиальным направлением волокон и при различных условиях тепловой обработки деталей. Подтверждено, что наибольшая податливость древесины гнутью достигается при ее гидротермической обработке и кратковременной выдержки в высокочастотных полях (СВЧ и ТВЧ). Последующее за этой процедурой гнутье показало, что предельная величина остаточного прогиба (стрела прогиба f_k) предварительно пластифицированных заготовок существенно изменяется в зависимости от породы древесины и вида их обработки (табл.1).

Таблица 1 – Характеристики пластификации и гнутья древесины

Порода древесины	Продолжительность тепловой обработки древесины, мин.							
	СВЧ и ТВЧ				кипячение в воде ($t = +92^0C$)			
	5	8	11	14	15	30	45	60
	Величина стрелы прогиба конечная (f_k), мм							
Сосна	2,5	3,6	4,8	5,7	3,0	4,2	6,7	7,5
Береза	2,8	3,9	4,9	6,1	3,2	5,7	7,1	8,0
Осина	2,4	3,4	4,5	5,6	2,9	4,6	6,4	7,3

Примечание: 1. Размеры экспериментальных образцов радиальной распиловки 20х50х250мм.

Отмечается также, что динамика нарастания пластичности древесины имеет нелинейный характер и незначительно зависит от породы древесины. Для исследуемых способов тепловой пластификации установлено, что сухой прогрев образцов в поле токов высокой частоты (СВЧ, ТВЧ) оказывается более эффективным по затратам времени. Для сосны фиксированный средний прогиб (f_k) за 14 минут составляет 5,7мм (4,2мм - при тридцатиминутном кипячении заготовок). Для древесины березы и осины разница в показателях (f_k) менее очевидна и не превышает 7...17%. Проведены лабораторные наблюдения за релаксацией внутренних напряжений изогнутых сосновых образцов после снятия с них прессовой нагрузки и свободной выдержки в течение 45 суток (табл.2). Они показали, что величина (f_k) радиальной древесины, обработанной в ТВЧ и СВЧ, за первые 10 суток не изменилась (5,7мм), но затем (на 15-е сутки)

уменьшилась на 10% , а по истечению 45 суток остаточный прогиб составил около половины начального.

Таблица 2 – Динамика релаксации гнутых образцов сосны

Направление волокон	Остаточная деформация изогнутых модельных балок при обработке заготовок в среде (ТВЧ и СВЧ / кипячение в воде)							
	Величина прогиба (f_k) образцов при выдержке в течение суток							
	1	5	10	15	20	25	30	45
R	5,7/7,5	5,7/7,4	5,6/7,0	5,0/6,3	4,5/5,2	3,6/4,4	2,7/3,3	2,1/3,1
tg	5,5/7,4	2,6/7,1	2,1/6,6	3,4/5,5	4,2/4,3	5,0/4,5	4,3/3,6	3,2/2,2

Примечание: размеры экспериментальных образцов 20x50x250мм,

На основании полученных результатов отмечается, что сосновая древесина радиальной распиловки релаксирует более плавно, чем тангентальная. Это подтверждает ее пригодность для использования в качестве исходного материала при получении изогнутых заготовок.

Для оценки стабильности профиля балок арочного типа проведено исследование с использованием предварительно изогнутых сосновых заготовок толщиной 20мм с радиальным направлением волокон, имеющих физико-механические показатели, представленные в табл.3.

Таблица 3 – Физико-механические показатели профилированных образцов из сосны

Образцы древесины R/tg		Значение показателей модифицированных образцов древесины						Радиус гнутья, R, м
Пластовая твердость Н/мм ²	Показатель стабильности гнутья, (Δf)	радиальных			тангенциальных			
		E, ГПа	□, %	G, МПа	E, ГПа	□, %	G МПа	
105/108	0,35/0,4	7,7	1	42,7	9,4	0,95	45,0	0,6

Примечания: относительная твердость определена по шкале (НВ) твердомера ТЭМП-2

За счет предварительной пластификации древесины и поперечной упрессовки ее структуры при гнутье пластевая твердость возрастает незначительно (от 1,5 до 7%). Следовательно, упрочняющего эффекта этот параметр не показывает, а стабилизация изогнутости заготовок гарантируется другими изменениями древесины, например, кинетикой ее напряженно-деформированного состояния.

Из обычных и предварительно изогнутых заготовок были получены экспериментальные модели трехслойных гнутоклееных балок двух типов - *БПГ* и *ПГ*. Склеивание проведено в специальном зажимном устройстве, обеспечивающем получение заданного радиуса кривизны (см. рис.). Предварительное гнутье каждой заготовки выполнено в специальном гнутарном устройстве.

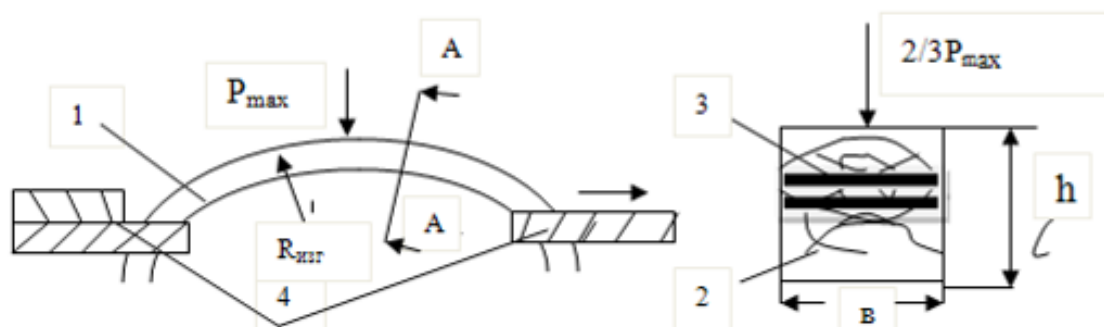


Рисунок - Схема получения экспериментальных изогнутых балок:

1 – гнутоклееный элемент конструкции из трех предварительно изогнутых заготовок; 2-заготовка из сосны; 3-клеевое соединение; 4- опорно-зажимное устройство

Таблица 4 – Физико-механические показатели образцов гнутоклееных трехслойных балок из сосновых заготовок

Оценочные показатели								Радиус гнутья R _{6пр} /R _{пр} , м
Характеристика образцов			Показатели прочности для балок из					
Твердость Н/мм ²	Стрела прогиба (БПГ/ПГ), мм		прямых заготовок		Прогиб (f _р), мм при на- грузке 0,8Р _{max} (БГП) (ГП)	изогнутых заготовок		
	f ₀ мм	f _{24м} мм	P _{max} /G, МПа	E, МПа		P _{max} / G, МПа	E, МПа	
<u>154</u> 165	5/4	4,5/3,7	<u>87,1</u> 43,6	11,2	2/4	<u>83,8</u> 44,6	12,0	<u>1,0</u> 1,1

Примечание: 1. (БПГ/ПГ) - без предварительного и с предварительным гнутьем;

2. f_0 , f_{24} , f_p – прогибы: предварительный начальный; со свободной выдержкой (24 месяца); при нагрузке ($0,8P_{\text{max}}$).

У гнутоклееных образцов после их двухлетней свободной выдержки прогиб ($f_{24\text{м}}$) уменьшился соответственно на 9,1% и 7. Это значительно меньше тех показателей, которые характеризуют величину восстановления формы цельной древесины после ее гнутья и длительной выдержки. Следовательно, в новых балках за счет предварительного гнутья заготовок и склеивания их при минимальных внутренних напряжениях в структуре древесины, отрицательные упруго-деформационные процессы заметно угасают. Тем не менее, при длительной свободной выдержке экспериментальных клееных балок все же произошло изменение их первоначального профиля. Следовательно, в подобных конструкциях ожидаются значительные колебания внутренних напряжений, причем, именно в клеевых соединениях. Это в свою очередь снижает несущую способность конструкций и ведет к появлению дефектов в виде расслоений по клеевому соединению. Чтобы обеспечить повышенную стабильность изогнутой формы клееных балок, предложено армировать клеевые прослойки специальной тканью из углеродных волокон. Толщина армирующей ткани – 0,29мм, плотность – 1,8 г/см³, прочность на растяжение – 3800Н/мм². Эффект достигается при послойном полосовом армировании (1... 3%) наиболее напряженных зон сжатия и растяжения гнутоклееной балки (табл. 5.).

Таблица 5 – Оценочные показатели армированной углеволокном гнутоклееной балки

Номер пар- тии образцов	Характеристика образцов		Регистрируемые и расчетные показатели экспериментальных образцов				Видимые признаки разрушения образца
	прогиб, f_{10} , мм	армирование, %	R_{max} , Н	$G_{изг}$, МПа	E , ГПа	$\sigma_{ск}$, МПа	
1	3,7	1	99,6	58,3	13,7	3,6	нет
2	3,7	2	136,1	79,6	18,4	3,4	нет
3	3,7	3	175,5	102,8	23,1	2,9	нет
4	3,7	нет	72,3	42,3	9,8	3,2	разрыв по древесине

Примечание: 1. Размеры моделей клееной изогнутой балки 40x40x250мм;
клей – на основе фенолрезорциновой смолы ФРФ-50

Наблюдения за состоянием профилированной балкой в течение трех и девяти месяцев выдержки моделей показали, что при армировании конструкций их форма и кривизна стабилизируются через пять-семь дней и в дальнейшем сохраняются практически без изменений (табл. 6).

Таблица 6 – Формоустойчивость армированной гнутоклееной балки

Номер образца (армирование), %	Прогиб, f_0/f_k , мм	Сохранение формы изогнутости образцов клееной древесины, армированной углеволокном, %							
		после однократного нагружения ($2/3R_{max}$) и выдержки без нагрузки в течение, месяцев				выдержка под нагрузкой ($1/3R_{max}$) при $f_0 = 4$ мм, в течение суток			
		3	9	12	15	1	10	20	30
1 (2,5%)	6,0/5,0	100	93,3	90,2	90,0	95,1	90,0	88,2	87,5
2 (2,0%)	6,0/5,0	100	90,2	85,3	85,0	95,0	90,2	87,1	87,0
3 (1,5%)	6,0/4,5	100	80,5	78,0	78,1	84,3	82,7	80,0	79,6
4 (1,0%)	6,0/4,5	100	75,5	75,0	74,5	83,0	81,0	78,3	77,2

Примечания:

1. Размеры экспериментальных образцов - 40x40x250мм с вариантом набора заготовок по высоте сечения - (10/1-20/1-10/1), шт.;
2. f_0 , f_k – величина стрелы прогиба образца (начальная, конечная).

ВЫВОДЫ.

1. Предварительное гнутье древесины и армирование криволинейных клееных балок (от 1,0 до 3,0% содержания углеволокнистой ткани в крайних клеевых прослойках) обеспечивают повышение прочности в 2-2,5раза, а также формоустойчивости и эксплуатационной надежности конструкций.

2. Стабильность заданной формы гнутоклееных балок и элементов рам обеспечивается за счет уменьшения внутренних напряжений в деревянной клееной конструкции и усиления ее высокопрочным углеволокнистым материалом, не оказывающем отрицательного деформационного влияния на клеевое соединение.

Библиографический список

1. Леонтьев Н.А. Длительное сопротивление древесины. – Л.: Гослесбумиздат, 1957, 28с.
2. Уголев Б.Н. Древесиноведение. – М., МГУЛ, 2005, 340с.
3. Бойцова И.Н. Исследование технологии склеивания древесины и прогнозирование долговечности клеевых соединений /автореф. дис.канд. техн. наук. – Л.: ЛЛТА, 1981, с.21.

Семенюк М.Е. (БГТУ, г. Минск, РБ) semenyuk2584@mail.ru

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕТА ЗАГОТОВЛЕННОЙ ЛЕСОПРОДУКЦИИ ПРИ ЕЕ ПРИЕМКЕ И ОТПУСКЕ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСЕКИ *ELECTRONIC ACCOUNTING HARVESTED FOREST PRODUCTS IN CUTTING AREAS*

Лесохозяйственная отрасль Республики Беларусь накопила значительный опыт в этой области использования информационных технологий. В первую очередь продолжительное время функционирует единая отраслевая информационная система (ИСУЛХ), в рамках которой решаются различные информационные задачи, в практической деятельности лесхозов получило широкое использование геоинформационных систем (ГИС) [1].

Однако актуальной задачей для современного лесного хозяйства остается повышение точности учета ресурсов леса, скорости обработки и передачи данных при использовании новых информационных технологий.

Прежде всего, актуальность обусловлена требованиями точного, оперативного и достоверного учета заготавливаемой в процессе рубок леса древесины. Существующий механизм учета не обеспечивает требуемой оперативности в получении информации об объемах, месте и качестве заготовленной древесины. Сегодня традиционные методы сбора информации построены на принципе заполнения бумажных бланков непосредственно в полевых условиях. Далее следует ручная обработка и ввод проверенной информации в компьютеры лесничества (лесхоза). Решение проблемы может быть найдено в переходе на использование компьютерных информационных систем учета приемки и отпуска заготовленной лесопроductии в условиях лесосеки.

Основополагающими принципами работы таких систем учета является:

- ✓ получение инструмента управления, позволяющего повысить эффективность лесопроductии на предприятии;
- ✓ автоматизация поштучного, поштабельного, обезличенного способов учета лесопроductии;
- ✓ однократное внесение информации в систему, отсутствие дублирующих операций;
- ✓ автоматический расчет объема лесопроductии;
- ✓ маркировка каждой учетной единицы;